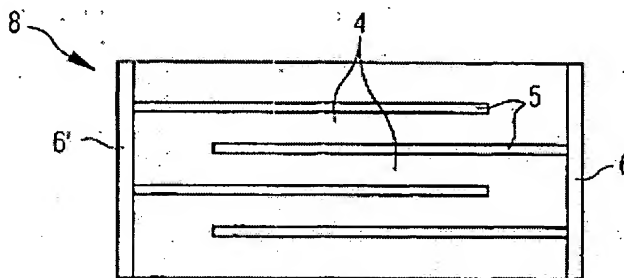


**Ceramic multilayered component used as a PTC resistance element comprises a stack of PTC ceramic layers with tungsten electrodes on both sides connected to a monolithic body**

**Patent number:** DE10018377  
**Publication date:** 2001-12-06  
**Inventor:** KIRSTEN LUTZ (AT)  
**Applicant:** EPCOS AG (DE)  
**Classification:**  
- **international:** H01C7/02; H01C17/28  
- **european:** H01C1/14B  
**Application number:** DE20001018377 20000413  
**Priority number(s):** DE20001018377 20000413

**Abstract of DE10018377**

Ceramic multilayered component comprises a stack of PTC ceramic layers (4) with tungsten electrodes (5) on both sides connected to a monolithic body (8). The electrode layers are alternately contacted with collecting electrodes (6, 6') laterally joined to the component. An Independent claim is also included for a process for producing the ceramic multilayered component comprising forming ceramic green foils made from PTC ceramic; applying a sinterable tungsten-containing electrode paste to regions of the foils for the electrodes; alternately stacking green foils to a foil stack; pressing the stack; and sintering to form a monolithic body.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

This Page Blank (uspto)



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 100 18 377 C 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**H 01 C 7/02**  
H 01 C 17/28

②① Aktenzeichen: 100 18 377.8-34  
②② Anmeldetag: 13. 4. 2000  
④③ Offenlegungstag: -  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 6. 12. 2001

DE 100 18 377 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
EPCOS AG, 81541 München, DE

⑦④ Vertreter:  
Epping, Hermann & Fischer, 80339 München

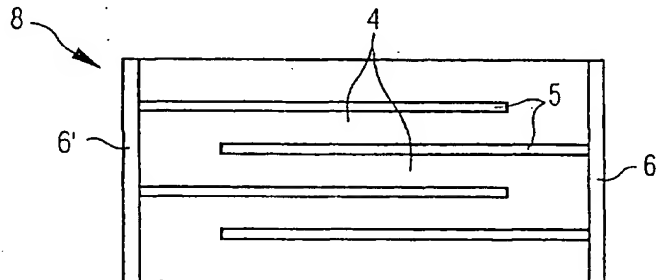
⑦② Erfinder:  
Kirsten, Lutz, Dr., Stainz, AT

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE	197 19 174 A1
DE	196 22 690 A1
US	36 79 950
EP	07 34 031 A2

⑤④ **Keramisches Vielschichtbauelement und Verfahren zur Herstellung**

⑤⑦ Es wird ein keramisches Vielschichtbauelement mit einem monolithischen Bauelementkörper vorgeschlagen, welches im Bauelementkörper alternierend Keramik- und Elektrodenschichten aufweist. Die Elektrodenschichten sind alternierend mit zwei seitlich am Bauelement angebrachten Sammelelektroden verbunden, wobei das Material der innenliegenden Elektroden Wolfram umfaßt und daher zumindest Wolfram oder eine Wolframverbindung enthält.



DE 100 18 377 C 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein keramisches Vielschichtbauelement nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie ein Verfahren zur Herstellung des Bauelements.

[0002] Ein solches Bauelement ist beispielsweise aus der EP 0734031 A2 bekannt. Es umfaßt einen monolithischen keramischen Bauelementkörper aus einer perovskitischen Keramik, die einen Mehrschichtaufbau aus alternierenden Keramik- und Elektroden-schichten aufweist. Die innenliegenden Elektroden auf der Basis von Nickel oder Nickellegerungen sind alternierend mit außen am Bauelementkörper angebrachten Sammelelektroden verbunden. Das Bauelement ist als Varistor ausgebildet.

[0003] Ein keramisches Vielschichtbauelement, welches als Kondensator einsetzbar ist, ist aus der US-3679950 bekannt. Auch dieses Bauelement weist alternierende Keramik- und Elektroden-schichten auf, wobei die Elektroden-schichten alternierend mit zwei seitlich am Bauelementkörper angebrachten Sammelelektroden kontaktiert sind. Die Elektroden-schichten werden bei der Herstellung des keramischen Bauelements zunächst als poröse keramische Zwischenschichten vorgetertigt und erst nachträglich mit leitfähigem Material imprägniert, beispielsweise mit Silber in einer Silbernitrat-schmelze oder in einer Schmelze einer BiPbSnCd-Legierung.

[0004] Mit Ausnahme des eben genannten aufwendigen Verfahrens sind bei der Herstellung keramischer Vielschichtbauelemente nur Keramik/Elektroden-Kombinationen geeignet, die die Sinterung zum dichten keramischen Bauelementkörper bei Temperaturen von üblicherweise 1200-1500°C überstehen.

[0005] Für keramische Kaltleiter, d. h. Bauelemente mit positivem Temperaturkoeffizient des Widerstands, sogenannte PTC-Elemente, sind keine üblicherweise verwendete temperaturstabile Elektroden aus Edelmetall geeignet. Diese können keinen ohmschen Kontakt zwischen der Keramik und den metallischen Elektroden aufbauen. Daher weisen PTC-Elemente mit (Innen-)Elektroden aus Edelmetall einen unzulässig hohen Widerstand auf. Die als Elektrodenmaterial geeigneten unedlen Metalle überstehen jedoch in der Regel nicht den Sinterprozeß, der für den Aufbau von Vielschichtbauelementen erforderlich ist.

[0006] Aus der DE 197 19 174 A1 ist ein keramischer Kaltleiter in Vielschichtbauweise bekannt, der Aluminium umfassende Elektroden-schichten aufweist. Diese bilden zur Keramik einen ohmschen Kontakt auf und lassen sich bei Temperaturen bis 1200° ohne Beschädigung sintern. Nachteilig an diesem Vielschichtkaltleiterbauelement ist jedoch, daß das Aluminium aus den Elektroden-schichten teilweise in die Keramik eindiffundiert und dabei die Bauelementeigenschaften mittel- oder langfristig beeinträchtigt oder das Bauelement gar unbrauchbar macht.

[0007] Aus der DE 196 22 690 A1 ist ein keramisches Vielschicht-Bauelement bekannt, umfassend einen zu einem monolithischen Bauelement-Körper verbundenen Stapel aus mehreren beidseitig mit Elektroden versehenen Keramik-schichten, bei dem die Elektroden-schichten alternierend mit seitlich am Bauelement angebrachten Sammelelektroden kontaktiert sind, und wobei das Material der innenliegenden Elektroden Wolfram umfaßt.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein keramisches Vielschichtbauelement mit PTC-Keramik umfassenden keramischen Schichten anzugeben, welches gegenüber der Sinterung stabile Innenelektroden aufweist und welches langzeitstabile Bauelementeigenschaften besitzt.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein keramische Vielschicht-Bauelement der eingangs genannten

Art gelöst, bei dem das Material zumindest der innenliegenden Elektroden Wolfram umfaßt und bei dem die keramischen Schichten eine PTC-Keramik umfassen.

[0010] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sowie ein Verfahren zur Herstellung des Bauelements gehen aus weiteren Ansprüchen hervor.

[0011] Es hat sich gezeigt, daß aus Wolfram bestehende oder wolframhaltige Elektroden den für das keramische Bauelement erforderlichen Sinterprozeß unbeschadet überstehen und dabei einen guten ohmschen Kontakt zur PTC-Keramik ausbilden. Daher können mit der Erfindung Bauelemente mit niedrigem Widerstand erhalten werden. Beim Sintern werden keine Diffusionsprozesse des Wolframs in die Keramik beobachtet, die die keramischen Bauelementeigenschaften beeinträchtigen könnten. Dies gilt auch bei keramischen Kaltleitern, die ebenfalls einen guten ohmschen Kontakt zu den Wolfram umfassenden Elektroden ausbilden, ohne daß dabei die kaltleitenden Eigenschaften verloren gehen. Gleichzeitig weist Wolfram eine mit Edelmetallen vergleichbare gute elektrische Leitfähigkeit auf, die für reines Wolfram etwa drei mal so hoch ist wie die von Silber, so daß Elektroden-schichten mit ausreichender elektrischer Tragfähigkeit bereits mit dünneren Wolframschichten erzielt werden können, als dies bislang mit den bekannten unedlen Elektroden-schichten möglich war. Außerdem stellt Wolfram ein kostengünstiges Elektrodenmaterial dar, das z. B. wesentlich kostengünstiger ist als Edelmetalle wie Palladium oder Platin, so daß erfindungsgemäße keramische Vielschichtbauelemente kostengünstiger herzustellen sind als solche mit edelmetallhaltigen Elektroden. Erfindungswesentlich ist aber nicht die elektrische Leitfähigkeit von Wolfram, sondern der Abbau der Sperrschicht zum Kaltleitermaterial, der allein durch die Anwesenheit einer geeigneten Menge Wolfram erreicht wird, die den guten Ohmschen Kontakt herstellt.

[0012] Bei einem erfindungsgemäßen als PTC Element ausgebildeten und daher aus kaltleitender Keramik gefertigten Bauelement ergeben sich weitere bislang nicht zu verwirklichende Vorteile. Nachdem bislang keine stabilen keramischen Vielschicht-Kaltleiter bekannt waren, wird es nun möglich, Kaltleiter mit höheren Nennströmen und kleineren Bauelementwiderständen bei kleinerer Bauform herzustellen, als dies bei bekannten (einschichtigen) Kaltleiterbauelementen möglich war. Dies ist möglich, weil bei Vielschichtbauelementen die Elektrodenabstände beziehungsweise die Schichtdicken der Keramik-schichten deutlich geringer sein können, als bei herkömmlichen Kaltleiterbauelementen ohne Innenelektroden. Mit der reduzierten Dicke der einzelnen Keramikschicht reduziert sich auch deren elektrischer Widerstand senkrecht zur Hauptfläche, also in Richtung der Schichtdicke, ohne daß dazu der spezifische Widerstand der Keramik herabgesetzt werden muß. Eine weitere Reduktion des Widerstands des gesamten Vielschichtbauelements ergibt sich durch die Parallelverschaltung der einzelnen PTC-Elemente, die im erfindungsgemäßen Bauelement übereinandergestapelt das Vielschichtbauelement ergeben. Damit wird auch eine hohe Stromtragfähigkeit des Bauelements gewährleistet.

[0013] Allgemein kann bei einem keramischen Vielschichtbauelement über die Variation der Parameter Schichtdicke und Grundfläche des Einzelschichten und Anzahl der übereinandergestapelten Einzelschichten im Vielschichtbauelement die Eigenschaften des Gesamtbaulements gezielt beeinflusst oder variiert werden. Ein Vielschichtbauelement kann daher bei gegebenen äußeren Abmessungen dennoch innerhalb weiter Grenzen in seinen Eigenschaften variiert werden, ohne daß dafür die Keramikzusammensetzung geändert werden muß. Bei einschichtigen

keramischen Bauelementen lassen sich die Bauelementeigenschaften oft nur über Variation der Bauelementdimension oder Variation der für das Bauelement verwendeten Materialien einstellen. Damit ist ein erfindungsgemäßes keramisches Vielschichtbauelement insbesondere zur Verwendung in der SMD-Montagetechnik geeignet, die eine kompakte maschinenverarbeitbare beziehungsweise maschinen-taugliche Bauform voraussetzt. Diese läßt sich beim Vielschichtbauelement beliebig variieren, da die Bauelementeigenschaften unabhängig davon eingestellt werden können.

[0014] Im folgenden wird die Erfindung insbesondere das Verfahren zur Herstellung des Bauelements anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen Figuren näher erläutert. Die Figuren dienen nur der Veranschaulichung der Erfindung und sind nur schematisch und nicht maßstabsgetreu.

[0015] Fig. 1 zeigt eine mit einer Elektroden-schicht bedruckte keramische Grünfolie in perspektivischer Darstellung.

[0016] Fig. 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Vielschichtbauelement im schematischen Querschnitt.

[0017] Fig. 3 zeigt eine in mehrere Bauelemente aufteilbare keramische Grünfolie mit aktiven und passiven Bereichen in der Draufsicht.

[0018] Fig. 4 zeigt einen Schichtenstapel keramischer Grünfolie im Querschnitt.

[0019] Zur Herstellung keramischer Grünfolien wird das keramische Ausgangsmaterial fein vermahlen und homogen mit einem Bindematerial vermischt. Die Folie wird anschließend durch Folienziehen oder Folien gießen in einer gewünschten Dicke hergestellt.

[0020] Fig. 1 zeigt eine solche Grünfolie 1 in perspektivischer Darstellung. Auf eine Oberfläche der Grünfolie 1 wird nun in dem für die Elektrode vorgesehenem Bereich eine Elektrodenpaste 2 aufgebracht. Dazu eignen sich eine Reihe von insbesondere Dickschichtverfahren, vorzugsweise Aufdrucken, beispielsweise mittels Siebdruck. Zumindest im Bereich einer Kante der Grünfolie 1, wie beispielsweise in Fig. 1 dargestellt, oder nur im Bereich einer Ecke der Grünfolie verbleibt ein nicht von Elektrodenpaste bedeckter und hier als passiver Bereich 3 bezeichneter Oberflächenbereich. Möglich ist es auch, die Elektrode nicht als flächige Schicht aufzubringen, sondern strukturiert, gegebenenfalls als durchbrochenes Muster.

[0021] Die Elektrodenpaste 2 besteht aus metallischen, metallisches Wolfram oder eine Wolframverbindung umfassenden Partikeln zur Herstellung der gewünschten Leitfähigkeit, ggf. sinterfähigen keramischen Partikeln zur Anpassung der Schwundeigenschaften der Elektrodenpaste an die der Keramik und einem ausbrennbaren organischen Binder, um eine Formbarkeit der keramischen Masse bzw. einen Zusammenhalt der Grünkörper zu gewährleisten. Dabei können Partikel aus reinem Wolfram, Partikel aus Wolframlegierung, Wolframverbindung oder gemischte Partikel aus Wolfram und anderen Metallen verwendet werden. Bei keramischen Vielschichtbauelementen, die einer nur geringen mechanischen Belastung ausgesetzt sind, ist es auch möglich, in der Elektrodenpaste auf die keramischen Anteile ganz zu verzichten. Der Wolframanteil kann in weiten Bereichen variieren, wobei ggf. die Sinterbedingungen auf die Elektrodenpastenzusammensetzung anzupassen sind. Der Abbau der Sperrschicht bei Kahlleiternmaterial wird regelmäßig mit Wolframanteilen von 3 und mehr Gewichtsprozent (bezogen auf die metallischen Partikel) erreicht.

[0022] Anschließend werden die bedruckten Grünfolien 9 in einer gewünschten Anzahl so zu einem Folienstapel übereinandergeschichtet, daß (grüne) Keramikschichten 1 und Elektroden-schichten 2 alternierend übereinander angeordnet

sind.

[0023] Bei der späteren Kontaktierung werden die Elektroden-schichten außerdem alternierend auf unterschiedlichen Seiten des Bauelements mit Sammelelektroden verbunden, um die Litzelektroden parallel zu verschalten. Dazu ist es vorteilhaft, erste und zweite Grünfolien 9 mit unterschiedlicher Orientierung der aufgedruckten Elektroden-schichten 2 so zu stapeln, daß deren passive Bereiche 3 alternierend nach unterschiedlichen Seiten weisen. Vorzugsweise wird dazu eine einheitliche Elektrodengeometrie gewählt, wobei erste und zweite Grünfolie 9 sich dadurch unterscheiden, daß sie im Folienstapel gegeneinander um 180° gedreht sind. Möglich ist es jedoch auch, für das Bauelement einen Grundriß mit höherer Symmetrie auszuwählen, so daß zur Herstellung einer alternierenden Kontaktierung ein Verdrehen um andere Winkel als 180° möglich ist, beispielsweise um 90° bei Vorsehen eines quadratischen Grundrisses. Möglich ist es jedoch auch, bei jeder zweiten Grünfolie 9 das Elektrodenmuster um einen bestimmten Betrag gegen das der ersten Grünfolien so zu versetzen, daß jeder passive Bereich 3 in der jeweils benachbarten Grünfolie über einem mit Elektrodenpaste bedruckten Bereich angeordnet ist.

[0024] Anschließend wird der auf Grund des Binders noch formelastische Folienstapel durch Pressen und gegebenenfalls Zuschneiden in die gewünschte äußere Form gebracht. Dann wird die Keramik gesintert, was einen mehrstufigen Prozeß in zumindest anfänglich wenig Sauerstoff enthaltenden Atmosphäre umfassen kann. Die endgültige Sinterung, bei der die Keramik bis zu vollständigen bzw. bis zur gewünschten Verdichtung zusammensintert, liegt in der Regel zwischen 1100 und 1500°C. Wird für diesen Hochtemperatursinterschritt eine sauerstoffhaltige Atmosphäre (z. B. mit einem Sauerstoffpartialdruck von zumindest 1 Hektopascal) gewählt, so wird eine maximale Sinter-temperatur von 1200°C eingehalten. Oberhalb dieser Temperatur besteht die Gefahr, daß das in den Elektroden enthaltene Wolfram oxidiert und somit die elektrische Leitfähigkeit reduziert wird. Bei einer ebenfalls möglichen Sinterung unter Inertgas (z. B. mit einem Sauerstoffpartialdruck von höchstens 1 Pasqual) muß diese obere Temperaturgrenze nicht eingehalten werden, so daß die Sinterung bei den z. B. für Bariumtitanat üblichen 1300°C durchgeführt werden kann. Eine Reduzierung der erforderlichen Sinter-temperatur kann aber auch durch Auswahl geeigneter Zuschläge zur Keramik erzielt werden.

[0025] Nach der Sinterung entsteht aus den einzelnen Grünfolien-schichten ein monolithischer keramischer Bauelementkörper 8, der einen festen Verbund der einzelnen Keramik-schichten 4 aufweist. Dieser feste Verbund ist auch an den Verbindungsstellen Keramik/Elektrode/Keramik gegeben. Fig. 2 zeigt ein fertiges erfindungsgemäßes Vielschichtbauelement 8 im schematischen Querschnitt. Im Bauelementkörper sind alternierend Keramik-schichten 4 und Elektroden-schichten 5 übereinander angeordnet. An zwei einander gegenüberliegenden Seiten des Bauelementkörpers werden nun Sammelelektroden 6, 6' erzeugt, die jeweils mit jeder zweiten Elektroden-schicht 5 in elektrischem Kontakt stehen. Dazu kann beispielsweise zunächst eine Metallisierung, üblicherweise aus Silber auf der Keramik erzeugt werden, beispielsweise durch stromlose Abscheidung. Diese kann anschließend galvanisch verstärkt werden, z. B. durch Aufbringen einer Schichtfolge Ag/Ni/Sn. Dadurch wird die Löt-fähigkeit auf Platinen verbessert. Es sind jedoch auch andere Möglichkeiten der Metallisierung beziehungsweise der Erzeugung der Sammelelektroden 6, 6' geeignet.

[0026] Das in der Fig. 2 dargestellte Bauelement 8 weist auf beiden Hauptoberflächen Keramik-schichten als Ab-

schlußschichten auf. Dazu kann zum Beispiel als oberste Schicht eine unbedruckte Grünfolie 1 vor dem Sintern in den Folienstapel eingebaut werden, so daß der Stapel nicht mit einer Elektroden-schicht 2 abschließt. Für mechanisch besonders beanspruchte keramische Bauelemente ist es auch möglich, die oberste und die unterste keramische Schicht im Stapel dicker zu gestalten als die übrigen Keramikschichten 4 im Stapel. Dazu können beim Aufstapeln des Folienstapels als unterste und oberste Schichten mehrere unbedruckte Grünfolien 1 ohne Elektroden-schicht eingebaut und zusammen mit dem restlichen Grünfolienstapel verpreßt und gesintert werden.

[0027] Fig. 3 zeigt eine mit einem Elektrodenmuster 2 bedruckte Grünfolie, die ein Aufteilen in mehrere Bauelemente mit jeweils kleinerer Grundfläche ermöglicht. Die nicht mit Elektrodenpaste bedruckten passiven Bereiche 3 werden so angeordnet, daß sich durch abwechselndes Stapeln von ersten und zweiten Grünfolien der zur Kontaktierung geeignete alternierende Versatz der Elektroden im Stapel einstellen läßt. Dies kann erreicht werden, wenn die ersten und zweiten Grünfolien jeweils gegeneinander um z. B. 180° verdreht sind, oder wenn allgemein erste und zweite Grünfolien ein gegeneinander versetzt Elektrodenmuster aufweisen. Die Schnittlinien 7, entlang der sich die Grünfolie beziehungsweise der daraus hergestellte Schichtenstapel in einzelne Bauelemente vereinzeln läßt, sind mit gestrichelten Linien gekennzeichnet. Möglich sind jedoch auch Elektrodenmuster, bei denen die Schnittführungen zum Vereinzeln so gelegt werden können, daß keine Elektroden-schicht durchtrennt werden muß. Jede zweite Elektroden-schicht ist dann aber vom Stapelrand her kontaktierbar. Gegebenenfalls werden dazu die Stapel nach dem Vereinzeln und Sintern vor dem Aufbringen der Sammelelektroden 6, 6' noch abgeschliffen, um die zu kontaktierenden Elektroden-schichten freizulegen.

[0028] Fig. 4 zeigt einen so hergestellten Schichtenstapel im schematischen Querschnitt. Man erkennt, daß bei der Vereinzelung des Schichtenstapels entlang der Schnittlinien 7 Bauelemente entstehen, die jeder für sich den gewünschten Versatz der Elektroden 4 aufweisen. Die Zerteilung eines solchen mehrere Bauelementgrundrisse umfassenden Folienstapels in einzelne Folienstapel der gewünschten Bauelementgrundfläche erfolgt vorzugsweise nach dem Verpressen der Folienstapel, beispielsweise durch Schneiden oder Stanzen. Anschließend werden die Folienstapel gesintert. Möglich ist es jedoch auch, den mehrere Grundrisse von Bauelementen umfassenden Folienstapel zunächst zu sintern und die Einzelbauelemente erst anschließend durch Sägen der fertig gesinterten Keramik zu vereinzeln. Abschließend werden wiederum Sammelelektroden 6 aufgebracht.

[0029] Ein erfindungsgemäßes Vielschichtbauelement, welches als Kaltleiter (PTC-Element) eingesetzt werden kann, besteht aus einer Bariumtitanatkeramik der allgemeinen Zusammensetzung  $(\text{Ba}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Pb})\text{TiO}_3$ , die mit Donatoren und/oder Akzeptoren, beispielsweise mit Mangan und Yttrium dotiert ist.

[0030] Das Bauelement kann beispielsweise 5 bis 20 Keramikschichten samt der dazugehörigen Elektroden-schichten, zumindest aber zwei innenliegende Elektroden-schichten umfassen. Die Keramikschichten weisen üblicherweise jeweils eine Dicke von 30 bis 200 µm auf. Sie können jedoch auch größere oder kleinere Schichtdicken besitzen.

[0031] Die äußere Dimension eines Kaltleiterbauelements in erfinderischer Vielschichtbauweise kann variieren, liegt jedoch für mit SMD verarbeitbare Bauelemente üblicherweise im Bereich weniger Millimeter. Eine geeignete Größe ist beispielsweise die von Kondensatoren bekannte Bauform

2220. Das Kaltleiterbauelement kann jedoch auch noch kleiner sein.

[0032] Besondere Vorteile hat die Erfindung für die genannten Kaltleiter-Bauelemente, die mit der Erfindung erstmals als stabile Vielschichtbauelemente mit kleiner Bauform und niedrigem Widerstand erhalten werden können. Möglich ist es jedoch auch, mit der Erfindung andere keramische Vielschichtbauelemente herzustellen, beispielsweise Kondensatoren, Heißeiter oder Varistoren.

#### Patentansprüche

1. Keramisches Vielschicht-Bauelement umfassend einen zu einem monolithischen Bauelement-Körper (8) verbundenen Stapel aus mehreren beidseitig mit Elektroden (5) versehenen Keramikschichten (4), bei dem die Elektroden-schichten alternierend mit seitlich am Bauelement angebrachten Sammelelektroden (6, 6') kontaktiert sind.

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Keramikschichten PTC-Keramik umfassen, und

daß das Material zumindest der innenliegenden Elektroden (5) Wolfram umfaßt.

2. Bauelement nach Anspruch 1, umfassend mindestens zwei innenliegende Elektroden-schichten (5).

3. Verfahren zur Herstellung eines keramischen Vielschicht-Bauelements (8) nach Anspruch 1 mit den Schritten: Herstellen keramischer Grünfolien (9) aus PTC-Keramik, Aufbringen einer sinterfähigen Wolframhaltigen Elektroden-Paste auf für Elektroden vorgesehene Bereiche (2) der Grünfolien (9) alternierend des Stapeln von mit Elektroden-Paste (2) versehenen ersten und zweiten Grünfolien in gewünschter Anzahl zu einem Folienstapel Zusammenpressen der Folienstapel Sintern der Folienstapel zu einem monolithischen Bauelement-Körper (8).

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem das Sintern in Sauerstoffhaltiger Atmosphäre bei Temperaturen kleiner 1200°C durchgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem das Sintern unter Inertgas-Atmosphäre bei Temperaturen größer 1200°C durchgeführt wird und bei dem anschließend in Sauerstoffhaltiger Atmosphäre aber niedrigerer Temperatur nachgetempert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3-5, bei dem der Folienstapel vor dem Sintern in kleinere Stapel der gewünschten Größe und Form zerteilt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3-6, bei dem die Elektroden-Paste (2) durch Aufdrucken in aktiven Bereichen aufgebracht wird, wobei zumindest ein passiver unbedruckter Bereich (3) ausgespart wird, und bei dem beim Stapeln der bedruckten Grünfolien (9) der passive Bereich jeder zweiten Grünfolien über einem bedruckten Bereich der ersten Grünfolien angeordnet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3-7, bei dem die passiven unbedruckten Bereiche (3) an einer Ecke oder Kante der Grünfolien (9) angeordnet sind und bei dem nach dem Sintern zwei Sammelelektroden (6) seitlich am Bauelement Körper (8) im Bereich dieser passiven Bereiche (3) aufgebracht werden, so daß jeweils die Elektroden (5) aller ersten oder aller zweiten Keramikschichten von einer Sammelelektrode (6) kontaktiert werden.

9. Verwendung eines keramischen Bauelements nach einem der vorangehenden Ansprüche als SMD-fähiges

DE 100 18 377 C 1

7

8

PTC-Widerstandselement.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



FIG 1

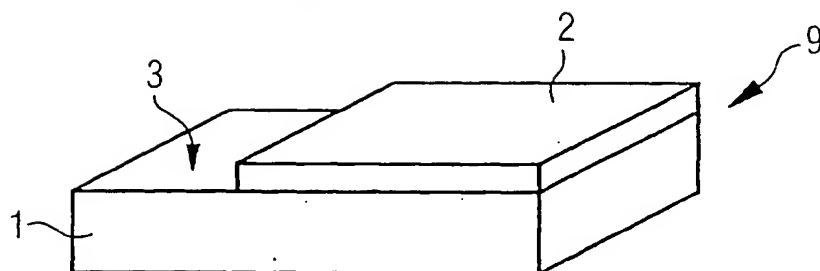


FIG 2

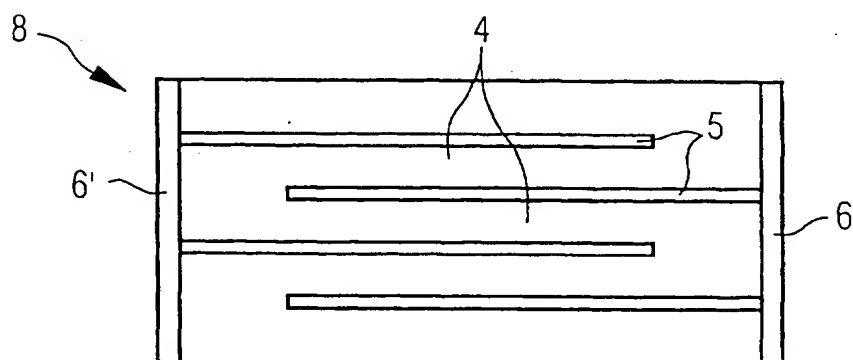


FIG 3

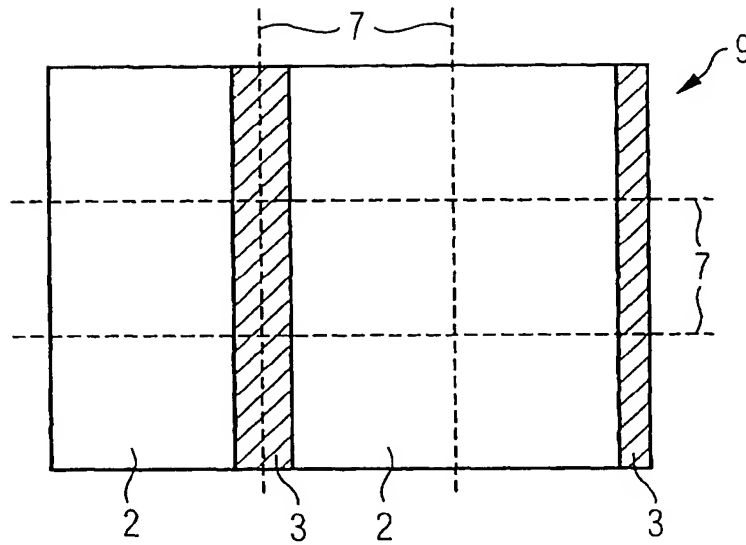
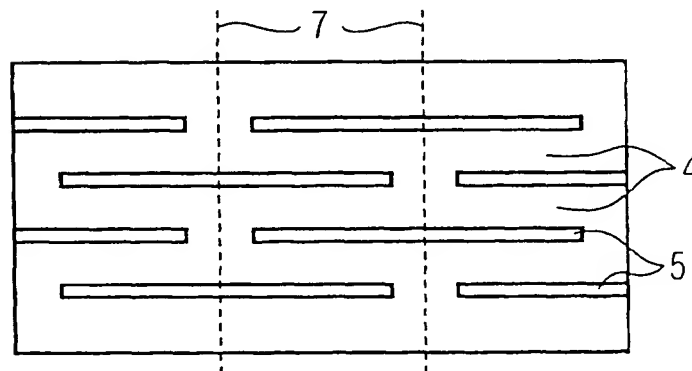


FIG 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

This Page Blank (uspto)